

# Vodom do zdravlja

---

**Habuda-Stanić, Mirna**

*Source / Izvornik:* **Hranom do zdravlja : zbornik radova s 13. međunarodnog znanstveno-stručnog skupa, 2022, 107 - 115**

**Conference paper / Rad u zborniku**

*Publication status / Verzija rada:* **Published version / Objavljena verzija rada (izdavačev PDF)**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:109:041235>

*Rights / Prava:* [Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International](#)/[Imenovanje-Nekomercijalno-Bez prerada 4.0 međunarodna](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-18**

REPOZITORIJ

**PTF OS**

PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the Faculty of Food Technology Osijek](#)



# 13<sup>th</sup> hranom do zdravlja with food to health



Proceedings of the 13<sup>th</sup> International  
Scientific and Professional Conference  
WITH FOOD TO HEALTH

---

Zbornik radova s 13. međunarodnog  
znanstveno-stručnog skupa  
HRANOM DO ZDRAVLJA



|   |   |  |
|---|---|--|
| <i>Faculty of Food Technology Osijek (University of Osijek, Croatia)</i>                | / | Prehrambeno-tehnološki fakultet Sveučilišta u Osijeku                    |
| <i>Faculty of Technology (University of Tuzla, B&amp;H)</i>                             | / | Tehnološki fakultet Univerziteta u Tuzli (BiH)                           |
| <i>Faculty of Pharmacy (University of Tuzla, B&amp;H)</i>                               | / | Farmaceutski fakultet Univerziteta u Tuzli (BiH)                         |
| <i>Association for Nutrition and Dietetics (B&amp;H)</i>                                | / | Udruženje za nutricionizam i dijetetiku (BiH)                            |
| <i>Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek (University of Osijek, Croatia)</i>      | / | Fakultet agrobiotehničkih znanosti Sveučilišta u Osijeku                 |
| <i>Faculty of Medicine (University of Osijek, Croatia)</i>                              | / | Medicinski fakultet Sveučilišta u Osijeku                                |
| <i>Department of Biology (University of Osijek, Croatia)</i>                            | / | Odjel za Biologiju Sveučilišta u Osijeku                                 |
| <i>Faculty of Chemistry and Technology (University of Split, Croatia)</i>               | / | Kemijsko-tehnološki fakultet Sveučilišta u Splitu                        |
| <i>Chamber of Pharmacists of Tuzla Canton (Tuzla, B&amp;H)</i>                          | / | Komora magistara farmacije Tuzlanskog kantona (BiH)                      |
| <i>European Hygienic Engineering &amp; Design Group – EHEDG (Germany)</i>               | / | European Hygienic Engineering & Design Group – EHEDG (Njemačka)          |
| <i>ISEKI – Food Association (IFA) (Austria)</i>   | / | ISEKI – Food Association (IFA) (Austrija)                                |
| <i>Faculty of Agriculture and Food Technology (University of Mostar, B&amp;H)</i>       | / | Agronomski i prehrambeno-tehnološki fakultet Sveučilišta u Mostaru (BiH) |
| <i>Andrija Štampar – Association of People's Health Polytechnic in Požega (Croatia)</i> | / | Udruga narodnog zdravlja Andrija Štampar Veleučilište u Požegi           |
| <i>Clinical Hospital Centre Osijek (Croatia)</i>  | / | Klinički bolnički centar Osijek  |
| <i>Croatian Agency for Agriculture and Food</i>   | / | Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu                               |
| <i>Faculty of Technology Zvornik (University of East Sarajevo, B&amp;H)</i>             | / | Tehnološki fakultet Zvornik Univerziteta u Istočnom Sarajevu (BiH)       |
| <i>Croatian Society of Nutritionists and Dietitians</i>                                 | / | Hrvatsko društvo nutricionista i dijetetičara                            |
| <i>Croatian Veterinary Institute</i>  | / | Hrvatski veterinarski institut   |

## **PROCEEDINGS / ZBORNIK RADOVA**

**13<sup>th</sup> International Scientific and Professional Conference**

**WITH FOOD TO HEALTH**

**September 16<sup>th</sup> and 17<sup>th</sup> 2021, Osijek, Croatia**

**13. međunarodni znanstveno-stručni skup**

**HRANOM DO ZDRAVLJA**

**16. i 17. rujna 2021., Osijek, Hrvatska**



**Osijek and / i Tuzla, 2022.**



|  |   |
|--|---|
| <b>PROCEEDINGS</b>   | <i>13<sup>th</sup> International Scientific and Professional Conference WITH FOOD TO HEALTH</i>   |
| <b>ZBORNİK RADOVA</b>  | 13. međunarodni znanstveno-stručni skup HRANOM DO ZDRAVLJA  |
| <b>Published by /<br/>Izdavači</b>   | <i>Faculty of Food Technology Osijek (University of Osijek) and Faculty of Technology (University of Tuzla)</i><br>Prehrambeno-tehnološki fakultet Sveučilišta u Osijeku i Tehnološki fakultet Univerziteta u Tuzli   |
| <b>Editors / Urednici</b>  | Jurislav Babić, Drago Šubarić, Midhat Jašić   |
| <b>Executive Editor /<br/>Izvršni urednik</b>  | Antun Jozinović   |
| <b>Technical Editors /<br/>Tehnički urednici</b>   | Daniela Čačić Kenjerić, Ines Banjari, Ante Lončarić, Stela Jokić, Đurđica Ačkar, Marija Banožić, Jozo Ištuk, Maja Ižaković, Martina Jakovljević Kovač, Lidija Šoher   |
| <b>Cover page design /<br/>Dizajn naslovnice</b>   | Studio HS internet d.o.o., Osijek, Croatia / Hrvatska   |
| <b>Organising Committee /<br/>Organizacijski odbor</b>   | Jurislav Babić ( <i>chairman / predsjednik</i> ), Drago Šubarić ( <i>vice-chairman / zamjenik predsjednika</i> ), Midhat Jašić ( <i>vice-chairman / zamjenik predsjednika</i> ), Đurđica Ačkar, Marija Banožić, Veronika Barišić, Daniela Čačić Kenjerić, Frane Čačić Kenjerić, Ivana Flanjak, Ljubica Glavaš-Obrovac, Artur Gryszkin, Stela Jokić, Antun Jozinović ( <i>secretary / tajnik</i> ), Draženka Komes, Vlatko Kopić, Greta Krešić, Ante Lončarić, Marta Lores, Mario Panjičko, Jelka Pleadin, Jasmina Ranilović, Miralem Smajić, Darja Sokolić, Marizela Šabanović, Silvija Šafranko, Antonija Šarić, Dragan Vujadinović, Krunoslav Zmaić, Silva Wendling |
| <b>Scientific Committee /<br/>Znanstveni odbor</b>   | Krunoslav Aladić, Ines Banjari, Marijana Blažić, Ines Drenjančević, Eva Falch, Lidija Jakobek Barron, Mirela Kopjar, Olivera Koprivnjak, Ljiljana Krstin, Borislav Miličević, Benjamin Muhamedbegović, Valentina Pavić, Anita Pichler, Martina Smolić, Anamarija Stanković, Aleksandra Tepić Horecki, Andrijana Včeva, Senka Vidović, Dubravka Vitali Čepo  |
| <b>Honorary Committee /<br/>Počasni odbor</b>  | Vladimir Andročec, Ivan Anušić, Sead Ćatić, Vlado Guberac, Boris Habrun, Nebojša Kojić, Dragan Kovačević, Helga Medić, Jure Mirat, Ivan Ostojić, Biljana Pajin, Eva Pavić, Ivan Radić, Mario Škrivanko, Ivan Vukoja, Željko Zubčić  |
| <i>The Conference will be credited as “International Course of the first category” according to the Rules of Croatian Medical Chamber.</i><br>Skup će biti bodovan kao „Međunarodni tečaj prve kategorije” sukladno Pravilniku Hrvatske liječničke komore. |   |
| <i>The Conference will be credited according to the Rules of Croatian Chamber of Pharmacists.</i><br>Skup će biti bodovan sukladno Pravilniku Hrvatske ljekarničke komore.   |   |
| ISBN (Osijek): 978-953-7005-83-2<br>EAN (Osijek): 9789537005832<br>ISSN (Tuzla): 2232-9536   |   |

Osijek and / i Tuzla, 2022.

## VODOM DO ZDRAVLJA

## WITH WATER TO HEALTH

**Mirna Habuda-Stanić\***

*Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Prehrambeno-tehnološki fakultet*

*Osijek, Franje Kuhača 18, Osijek, Hrvatska*

*\*mirna.habuda-stanic@ptfos.hr*

pregledni rad / review

### SAŽETAK

Voda je jedina namirnica koju svakodnevno koriste svi stanovnici Zemlje, neovisno o vjeri, rasi i socioekonomskom statusu. Pravo na dostupnost zdravstveno ispravne vode za piće temeljno je ljudsko pravo dano svakom ljudskom biću rezolucijom Opće skupštine UN-a naslovljenom „Ljudsko pravo na vodu i sanitarne uvjete” od 28. srpnja 2010. Globalizacija i nezaustavljivi industrijski razvoj, urbanizacija te prekomjerno korištenje prirodnih resursa značajno je narušilo ravnotežu svih segmenata ekosustava te ubrzalo i osnažilo učinke klimatskih promjena koje se naročito očituje u sve češćoj pojavi problema dostupnosti vode kao i pogoršanju kvalitete vodnih resursa. Stoga je prerada i isporuka zdravstveno ispravne vode danas zahtjevna i jedna od najodgovornijih zadaća naše civilizacije.

Redoviti unos vode u organizam osnovni je uvjet za život, a udio vode u organizmu ovisi o starosnoj dobi pojedinca te drugim stanjima organizma. No, redovitim unosom vode, čovjek svakodnevno u organizam unosi i niz kemijskih tvari koje prirodno ili kao rezultat ljudskih aktivnosti kruže u okolišu. S obzirom na potrebe ljudskog organizma, pojedine kemijske tvari prisutne u vodi su nužne za metaboličke procese i zdravlje ljudskog organizma, no često se u vodi mogu naći i one kemijske tvari koje pri dugotrajnom unosu u organizam mogu uzrokovati pojavu niza nepoželjnih i štetnih učinaka na organizam. U ovom radu prikazani su učinci kvalitete vode za piće na zdravlje ljudi.

*Ključne riječi:* voda, zdravlje, mikrobiološki sastav, kemijski sastav

*Keywords:* water, health, microbiological composition, chemical composition

## UVOD

Hidrološki ciklus je proces neprestanog kruženja vode na Zemlji uzrokovan djelovanjem sunčeve energije, pri čemu voda mijenja agregatna stanja. Ovisno o dijelu ciklusa u kojem se trenutno nalazi, voda može biti (i) oborinska, (ii) površinska ili (iii) podzemna. U površinske vode ubrajaju se vode rijeka i potoka, oceana i mora te vode prirodnih i umjetnih jezera i bara. Sve navedene skupine imaju različita fizikalno-kemijska, kemijska i mikrobiološka svojstva, prije svega uvjetovana dužinom kontakta vode i okoliša u kojem se voda nalazi. Tako oborinske vode najčešće karakterizira visok udio otopljenih plinova i potpuna odsutnost otopljenih mineralnih tvari, dok podzemne vode najčešće karakterizira visoka tvrdoća te značajni udjeli otopljenih minerala i metala (USGS, 2019).

S aspekta mikrobiološke kvalitete, površinske vode u značajnijoj mjeri mogu biti opterećene mikroorganizmima, a pojavnost pojedinih vrsta mikroorganizama u vodi ovisi o vrsti vodnog tijela. Vode manjih potoka najčešće su dobre mikrobiološke kvalitete, dok rijeke i jezera najčešće imaju povećani broj mikroorganizama uslijed svakodnevnog prihvata manjih ili većih količina otpadnih voda. Podzemne vode se nalaze u vodonosnicima koji se mogu nalaziti na različitim dubinama. Ukoliko su blizu površine (plići vodonosnici) oborinske vode se lako procjeđuju u njih te utječu na njihov kemijski i mikrobiološki sastav i čine ga promjenjivim. S druge strane podzemne vode smještene u dubljim vodonosnicima (od par desetaka metara do nekoliko stotina metara dubine) karakteriziraju ujednačene fizikalno-kemijske karakteristike, odnosno vrlo mali udjeli plinova ili njihova odsutnost, najčešće neutralna pH vrijednost, konstantna temperatura te konstantan udio mineralnih tvari, prije svega kalcijevih i magnezijevih soli, a često sadrže i povećane koncentracije huminskih kiselina, željeza i mangana te dušikovih spojeva. Navedene ujednačene karakteristike podzemnih voda osnovni su razlog što su podzemne vode najčešća sirovina u procesima prerade vode za piće (Gulić, 2003; Puntarić i sur., 2012; WHO, 2019).

Vodu za piće svakodnevno upotrebljavaju i konzumiraju svi stanovnici Zemlje, a dostupnost zdravstveno-ispravne vode za piće putem vodoopskrbe jedan je od najznačajnijih pokazatelja socioekonomskog stanja svake države.

Nažalost, globalizacija i urbanizacija te prekomjerna upotreba vode u svim ljudskim djelatnostima značajno su narušili kvalitetu vodnih resursa na globalnoj razini, stoga je danas jedna od zahtjevnijih i najodgovornijih zadaća modernog društva snabdijevanje stanovništva dovoljnim količinama zdravstveno ispravne vode za piće (IFPRI, 2015).

### *Voda za piće*

Mikrobiološki i kemijski sastav vode uvjetovan je klimatskim, reljefnim, hidrološkim i hidrogeološkim značajkama, dok se zdravstvena ispravnost vode, njena kategorija kvalitete i pogodnost za piće određuje prema preporukama, smjernicama i pravilnicima mjerodavnih ustanova i institucija na međunarodnoj, međudržavnoj i državnoj razini.

Voda za piće, s obzirom na porijeklo vode u prirodi i kvalitetu vode, dijeli se u sljedeće kategorije:

- voda za ljudsku potrošnju
- prirodna mineralna voda
- prirodna izvorska voda
- stolna voda.

Globalno tržište pakirane vode na tržištu klasificira vode kao:

- negazirane vode
- gazirane vode
- aromatizirane pakirane vode
- funkcionalne pakirane vode.

Navedene kategorije voda i njihova zdravstvena ispravnost ocjenjuje se prema vrijednostima mikrobioloških, fizikalnih i kemijskih pokazatelja, a parametri kojima se iskazuju podijeljeni su prema utjecaju na ljudsko zdravlje u tri kategorije:

- mikrobiološki parametri značajni za zdravlje ljudi
- kemijski parametri značajni za zdravlje ljudi, odnosno zdravstvene ispravnosti vode za ljudsku potrošnju (pojedini metali i organski spojevi te pesticidi i nusproizvodi dezinfekcije)
- indikatorski parametri, odnosno parametri čija vrijednost pruža podatke o postupcima pročišćavanja te o organoleptičkoj (boja i miris) i estetskoj kakvoći vode. Indikatorski parametri mogu biti mikrobiološki, kemijski i radiološki.

Odstupanje vrijednosti indikatorskih parametara ukazuje na potencijalno postojanje problema pri preradi i distribuciji vode te indicira nužnost daljnjeg ispitivanja kakvoće vode i utvrđivanja mogućeg rizika za zdravlje ljudi (WHO, 1997; Ministarstvo zdravstva, NN 125/2017, NN 39/2020).

Određivanje prisutnosti i količine mikroorganizama u vodi ograničeno je činjenicom da se mikroorganizmi u vodi pojavljuju povremeno, u nepravilnim vremenskim razdobljima i u raznim koncentracijama. No, usprkos navedenom, nadzor nad mikrobiološkom ispravnosti vode osnovni je dio sustava monitoringa kvalitete svih navedenih kategorija vode jer mikrobiološka kontaminacija vode, naročito patogenim mikroorganizmima, može u vrlo kratkom vremenu uzrokovati značajne posljedice po zdravlje ljudi, a naročito kod osjetljivih dobnih skupina kod kojih posljedice mogu biti i smrtonosne (WHO, 1997).

#### *Važnost vode za zdravlje ljudi*

Voda je čovjeku nezamjenjiva i neophodna za život (Slika 1), a udio vode u organizmu ovisi o nizu čimbenika kao što je starosna dob, zdravstveno stanje te fizička aktivnost pojedinca. Udio vode u ukupnoj tjelesnoj masi kod novorođenčadi može iznositi i do 83 %, a starenjem organizma, udio vode se smanjuje i do 50 % (Habuda-Stanić i sur., 2016).

Voda je osnovni sastojak svih tjelesnih tekućina, uključujući krv, limfu, slinu, izlučevine iz žlijezda i tekućinu leđne moždine, a ima i važnu ulogu u svim procesima ljudskog organizma. Voda otapa minerale, vitamine i druge tvari čime



omogućuje njihov transport u organizmu, podmazuje zglobove, štiti organe i tkiva, regulira tjelesnu temperaturu, olakšava probavu te potpomaže eliminaciju otpadnih tvari i toksina iz organizma. Kontinuirano održavanje neophodnog udjela vode u organizmu tijekom 24 sata postiže se izravnim unosom tekućine (1500-2000 mL), unosom putem krute hrane (300-450 mL), dok dio vode nastaje oksidacijom organskih tvari tijekom metaboličkih procesa (300-450 mL). Redoviti unos vode u organizam pridonosi i redovitom izlučivanju štetnih tvari iz organizma (Habuda-Stanić i sur., 2016).



**Slika 1.** Funkcije vode u ljudskom organizmu  
**Figure 1.** Functions of water in the human body

Nutricionisti preporučuju da minimalni dnevni unos vode u organizam kod odraslog čovjeka, s prosječnom fizičkom aktivnošću, treba biti između 20 i 25 g vode po kilogramu tjelesne težine, što znači da čovjek s težinom od 75 kg treba dnevno popiti oko 1500 g ili 1,5 litre vode. Kod veće fizičke aktivnosti te kod povećanja temperature zraka, potreba za vodom se povećava (UNESCO, 2003).

#### *Mikrobiološka i kemijska kvaliteta vode*

Voda je važan put nosa minerala i oligoelemenata u tijelo nužnih za normalno funkcioniranje organizma, a kemijski elementi i njihovi spojevi prisutni u vodi mogu na ljudski organizam imati pozitivni, neutralni ili negativni učinak. Učinak na organizam određene tvari ovisi o vrsti, dozi i dužini izloženosti određenoj tvari, njenoj reaktivnosti u organizmu, fiziološkom stanju i imunitetu organizma, kao i genetskim predispozicijama razvoja pojedinih bolesti te spolu i starosti organizma (UNESCO, 2003; WHO, 2019).

Na zdravlje ljudi značajan učinak, osim kemijskog ima i mikrobiološki sastav vode. Temeljni mikrobiološki kriteriji kvalitete vode za piće definirani su Pravilnikom o parametrima sukladnosti, metodama analize, monitoringu i planovima sigurnosti vode za ljudsku potrošnju te načinu vođenja registra pravnih osoba koje obavljaju

djelatnost javne vodoopskrbe (NN 125/2017, NN 39/2020) te Pravilnikom o prirodnim mineralnim, prirodnim izvorskim i stolnim vodama (NN 85/2019) prema kojima u vodi za piće ne smije biti utvrđena prisutnost parazita i patogenih mikroorganizama, bakterije *Escherichia coli* i drugih koliformnih bakterija, fekalnih streptokoka, odnosno enterokoka te sporogenih sulfitoreducirajućih anaerobnih bakterija. Također, nije dozvoljena prisutnost bakterije *Pseudomonas aeruginosa*, dok je ukupni broj mikroorganizama sposobnih za razmnožavanje u vodi definiran za svaku vrstu vode za piće, odnosno za vodu za ljudsku potrošnju te vrste pakiranih voda. Kako je mikrobiološka kvaliteta vode od iznimnog značaja za ljudsko zdravlje i u kratkom vremenu može uzrokovati negativne posljedice po zdravlje ljudi, dezinfekcija vode je obavezan tretman vode za ljudsku potrošnju, dok je dezinfekcija prirodnih mineralnih i prirodnih izvorskih voda nedozvoljena. Naime, mikrobiološka kvaliteta vode i odsutnost bakterija temeljni su kriterij klasifikacije navedenih kategorija pakiranih voda (NN 85/2019).

Pojedine vrste virusa također mogu biti prisutne u prirodnim vodama, a u vode najčešće dopijevaju putem otpadnih voda. Analizama je utvrđeno da se u vodama najčešće može detektirati prisutnost virusa hepatitisa A, „Norwalk-like“ virusa, rotavirusa i polio virusa te adenovirusa (tipovi 40 i 41). No, analitičke metode za utvrđivanje pristunosti virusa u vodi podrazumijevaju uporabu najmodernijih i visokosofisticiranih analitičkih uređaja, stoga postupak njihovog određivanja u vodi nije dio standardnih analiza kvalitete vode.

Niz je kemijskih elemenata i njihovih spojeva koji su esencijalni za metaboličke procese i zdravlje ljudskog organizma, a među njima najznačajniji su kalcij, magnezij, kalij, natrij, mangan, željezo te bakar, cink, krom i nikal.

Kalcij je najzastupljeniji metal u ljudskom organizmu i sudjeluje u nizu fizioloških procesa. Procjena je da se u tijelu odrasle osobe nalazi približno 1,2 kg kalcija, od čega se oko 99 % nalazi u kostima, dok je ostali udio kalcija u mekim tkivima i tjelesnim tekućinama. Stoga, kalcij ima dvojaku funkciju u organizmu, funkcionalnu i strukturnu jer izgrađuje koštani sustav i zube te sudjeluje u nizu funkcija mišićnog, živčanog, endokrinološkog, krvožilnog i probavnog sustava. Niz je čimbenika koji utječu na apsorpciju kalcija u organizmu, a znanstvenici bioraspoloživost kalcija u vodi uspoređuju s bioraspoloživosti kalcija u mlijeku za koje je utvrđeno da se u organizmu apsorbira u gotovoj najvišim količinama. Unos kalcija preporuča se kao način smanjenja rizika pojave osteoporoze, karcinoma dojki i debelog crijeva, za ublažavanje tegoba menopauze i bolova u mišićima i zglobovima te kao pomoć pri smanjenju kolesterola (Heaney, 2001; Cano i sur., 2018).

Magnezij je rasprostranjen u prirodi u obliku oksida, a u vodama magnezij dolazi u ioniziranom obliku i predstavlja značajan izvor bioraspoloživog magnezija važnog za ljudski organizam. Magnezij sudjeluje u gotovo svim metaboličkim procesima, a iznimno je važan za pravilan rad živčanog i mišićnog sustava te doprinosi jačanju imunološkog sustava, održava stabilan rad srca i doprinosi čvrstoći kostiju. Magnezij također doprinosi procesima održavanja normalne razine glukoze u krvi te

sudjeluje u proizvodnji energije i bjelančevina. Nedostatak magnezija u organizmu može uzrokovati poremećaje u radu živčanog, kardiovaskularnog i mišićnog sustava, no izloženost visokim koncentracijama magnezija može uzrokovati dijareju, a kod osoba s bubrežnim oboljenjima može uzrokovati hipertenziju, slabost mišića te komatozno stanje (Sengupta, 2013).

Kalij je esencijalni element, prisutan u svim biljnim i životinjskim tkivima. Primarni izvor kalija za opću populaciju je hrana. Izloženost organizma visokim koncentracijama kalija može uzrokovati povraćanje te dodatne tegobe kod osoba s oštećenom bubrežnom funkcijom, kardiovaskularnih bolesnika te djece s ograničenim bubrežnim funkcijama (WHO, 2009).

Natrijev ion je sveprisutan u vodi, a vode u prirodi najčešće sadrži manje od 20 mg/L natrija. Izloženost visokim koncentracijama natrija putem vode za piće može uzrokovati mučninu, povraćanje, konvulzije, grčenje i ukočenost mišića te moždani i plućni edem. Dojenačka populacija je dodatno ugrožena zbog nezrelosti bubrega. Unos visokih koncentracija natrija može uzrokovati trajna neurološka oštećenja, a epidemiološke studije ističu i povezanost povišenog unosa natrija i pojave hipertenzije, odnosno negativan utjecaj natrija na zdravstveno stanje kardiovaskularnih bolesnika (WHO, 1996a).

Mangan je čest sastojak prirodnih voda, a njegove povećane koncentracije u vodi mogu biti posljedica i ljudskih aktivnosti. Mangan je također esencijalni element jer pojedini enzimi u svom sastavu sadrže mangan, a pojedini se aktiviraju manganom. Istraživanja ukazuju da izloženost prevelikim koncentracijama mangana može imati štetan utjecaj na funkcioniranje neurološkog sustava (WHO, 2011).

Uz mangan, i željezo se često pojavljuje u prirodnim vodama. Količina željeza koje će tijelo iskoristiti ovisi o zdravstvenom stanju pojedinca, a najznačajnije količine željeza se apsorbiraju u dvanaesniku i gornjem jejunumu. Nedostatak željeza u organizmu se manifestira pojavom anemije (WHO, 2003).

Deficit bakra u organizmu također može uzrokovati pojavu anemije te koštanih deformacija, reproduktivnih anomalija i oštećenja živčanog sustava. Nasuprot navedenom, izloženost velikim količinama bakra može uzrokovati akutne posljedice kao što su želučane smetnje, anemije, oštećenje jetre i bubrega (WHO, 2004).

Krom u vodi može biti prisutan u trovalentnom i šesterovalentnom obliku, a sudjeluje u mnogim reakcijama u organizmu poput metabolizma glukoze. Dugotrajna izloženost kromu putem vode za piće djeluje genotoksično i kancerogeno na ljudski organizam, a zabilježena je i pojava gastrointestinalnih poremećaja i konvulzije kod akutne izloženosti (WHO, 1996b).

Na području istočne Hrvatske, uslijed geološkog sastava tla, u podzemnim vodama prisutne su povišene koncentracije arsena. Epidemiološke studije povezuju povišenu prisutnost arsena u vodi za ljudsku potrošnju s pojavom karcinoma mokraćnog

mjehura, kože i pluća, dijabetesa, kao i pigmentacijskim promjenama te pojavom perifernih vaskularnih bolesti. Utvrđeno je da na pojavnost navedenih oboljenja utječe više čimbenika kao što su dobna starost, spol, stanje imunološkog sustava, obiteljska anamneza te dodatna izloženost rizičnim agensima poput alkohola i dima cigareta (Habuda-Stanić, 2011).

Nitrati i nitriti također dolaze kao čest sastojak podzemnih i površinskih voda. Njihova pojava u vodama može biti posljedica geološkog sastava tla ili posljedica ispiranja poljoprivrednih površina tretiranih umjetnim gnojivima. Konzumacija vode s povišenom koncentracijom nitrata može imati dvojako djelovanje. Akutna izloženost nitratima se najčešće manifestira kao methemoglobinemija pri čemu se nitrati u probavnom sustavu reduciraju na nitrite koji se vežu za željezo u hemoglobinu crvenih krvnih zrnaca tvoreći methemoglobin. U navedenom obliku željezo ne može više vezati kisik što rezultira pojavom plavičaste kože, a pri velikim koncentracijama i oštećenje neurološkog sustava i smrt. Kod kronične izloženosti nitratima, moguća je pojava karcinoma kao rezultat izlaganja organizma nitrozaminima koji nastaju tijekom reakcije nitrata s u tijelu prisutnim aminima (Nujjić i Habuda-Stanić, 2017).

## **ZAKLJUČAK**

Voda je neophodna za život, a količina vode koju treba unijeti u organizam ovisi o starosnoj dobi, zdravstvenom stanju te fizičkoj aktivnosti pojedinca. Redoviti i dovoljan unos vode u organizam nužan je za normalno funkcioniranje organizma. No, voda može sadržavati kemijske tvari koje mogu imati i negativan utjecaj na zdravlje ljudi.

Kruženjem u prirodi, voda otapa kemijske tvari, a čovjek svojim aktivnostima dodatno utječe na kemijski i mikrobiološki sastav voda. Kvaliteta podzemnih voda općenito je ujednačenija i bolja u odnosu na kvalitetu površinskih voda, stoga su podzemne vode česta sirovina za preradu vode za piće.

Cilj i zadatak svake države je svojim stanovnicima osigurati kontinuiranu opskrbu zdravstveno-ispravnom vodom, odnosno primjenom odgovarajuće tehnologije prerade vode osigurati njenu kemijsku i mikrobiološku kvalitetu kako bi unos vode zadovoljio potrebe organizma za esencijalnim tvarima, ali i kako bi se spriječila pojava pojedinih vrsta oboljenja te osiguralo zdravlje populacije uslijed unosa zdravstveno-ispravne vode za piće.

## LITERATURA

- Cano, A., Chedraui, P., Goulis, D.G., Lopes, P., Mishra, G., Mueck, A., Senturk, L.M., Simoncini, T., Stevenson, J.C., Stute, P., Tuomikoski, P., Rees, M., Lambrinouadaki, I. (2018): Calcium in the prevention of postmenopausal osteoporosis: EMAS Clinical Guide. *Maturitas.*, 107, 7-12.
- Gulić, I. (2003) Kondicioniranje vode. Hrvatski savez građevinskih inženjera, Zagreb
- Heaney, R.P. (2001): Factors influencing the measurement of bioavailability, taking calcium as a model., *J Nutrition*, 131(4), 1344–1348.
- Habuda-Stanić, M. (2011): Uklanjanje aniona arsena iz podzemne vode na funkcionaliziranim adsorbensima. Doktorska disertacija, Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, Osijek.
- Habuda-Stanić, M., Niseteo, T., Pollak, L. Martinis, I. (2016): Znanstveno mišljenje o utjecaju kakvoće vode za ljudsku potrošnju na nutritivnu vrijednost dojenačkih mliječnih pripravaka, Hrvatska agencija za hranu, Osijek.
- IFPRI, International Food Policy Research Institute, Veolia (2015): The murky future of global water quality. New global study projects rapid deterioration in water quality. International Food Policy Research Institute (IFPRI), Veolia Water North America, Washington, D.C. Chicago, IL, USA.
- Ministarstvo zdravstva (2017, 2020): Pravilnik o parametrima sukladnosti, metodama analize, monitoringu i planovima sigurnosti vode za ljudsku potrošnju te načinu vođenja registra pravnih osoba koje obavljaju djelatnost javne vodoopskrbe (NN 125/2017, NN 39/2020)
- Ministarstvo poljoprivrede (2019): Pravilnik o prirodnim mineralnim, prirodnim izvorskim i stolnim vodama (NN 85/2019)
- Nujić, M., Habuda-Stanić, M. (2017): Nitrates and nitrites, metabolism and toxicity. *Hrana u zdravlju i bolesti: znanstveno-stručni časopis za nutricionizam i dijetetiku.* 6(2), 63-72.
- Puntarić, D., Bošnjir, J., Miškulin, M. (2012): Kemijski čimbenici okoliša. Zdravstvena ekologija. U: Puntarić, D., Miškulin, M., Bošnjir, J. Zagreb: Medicinska naklada, str. 75-156.
- Sengupta, P. (2013): Potential Health Impacts of Hard Water. *International Journal of Preventive Medicine.*, 4(8), 866–875.
- UNESCO, United Nations Educational (2003): Scientific and Cultural Organization: Water for People – Water for Life. The United Nations World Water Development Report.
- USGS, United State Geological Survey's (2019): Water Science School.. <https://www.usgs.gov/special-topic/water-science-school> 2019.

- WHO, World Health Organization (1996a): Sodium in Drinking-water. Geneva, Švicarska
- WHO, World Health Organization (1996b): Chromium in Drinking-water, Geneva, Švicarska
- WHO, World Health Organization (1997): Water and Health. Environmental health. WHO pamphlets for local authorities No. 13.
- WHO, World Health Organization (2003): Iron in Drinking-water. Geneva, Švicarska
- WHO, World Health Organization (2004): Copper in Drinking-water. Geneva, Švicarska
- WHO, World Health Organization (2009): Potassium in drinking-water. Geneva, Švicarska
- WHO, World Health Organization (2011): Manganese in Drinking-water. Geneva, Švicarska
- WHO, World Health Organization (2019): Drinking water. [www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water](http://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water)